

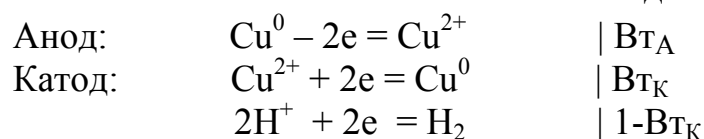
# НАПРЯЖЕНИЕ НА ВАННЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА МЕДНОГО ПОРОШКА КАК ФАКТОР МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ДЕНДРИТНОГО ОСАДКА

Соколовская Е.Е\*, Мухамадеев Ф.Ф.

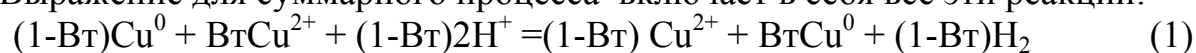
УрФУ, *el-chem@mail.ustu.ru*

\*ОАО Уралэлектромедь, г. Верхняя Пышма, *islab@elem.ru*

Электролитические порошки металлов (ПМ) широко применяются в промышленности в связи с хорошей прессуемостью получаемых при электролизе дендритных частиц. Основным недостатком способа производства изделий по технологии ПМ является высокая стоимость порошка в связи с большими энергозатратами, обусловленными протеканием на катоде двух параллельных процессов: восстановлением ионов металла и выделением водорода.



Выражение для суммарного процесса включает в себя все эти реакции:



Напряжение на ванне складывается из нескольких составляющих

$$U = (E_\text{р}^\text{а} - E_\text{р}^\text{к}) + |\eta_\text{А}| + |\eta_\text{К}| + \Delta U_\text{Э} + \Delta U_\text{К}, \quad (2)$$

в котором обратимое напряжение  $E_\text{р}^\text{а} - E_\text{р}^\text{к}$  мало и составляет около 30 мВ. Мало также и анодное перенапряжение  $\eta_\text{А}$ , так как процесс протекает на мало изменяющейся поверхности, а потому  $|\eta_\text{А}|$  легко подсчитывается по закону электрохимической кинетики:

$$\eta_\text{а} = \frac{RT}{(1 - \alpha)zF} \ln \left( \frac{i_\text{А}}{i_0} \right), \quad (3)$$

в котором  $i_0$  – плотность тока обмена,  $\alpha$  – коэффициент переноса. Наибольшую трудность представляет оценка величин катодного перенапряжения  $|\eta_\text{К}|$  и падения напряжения в электролите  $\Delta U_\text{Э}$ , поскольку в ходе катодного процесса поверхность электрода непрерывно развивается, вследствие чего изменяется не только катодное перенапряжение, но и плотность тока в межэлектродном пространстве, а значит и  $\Delta U_\text{Э}$ .

В последнее время динамику изменения перенапряжения  $\eta(t)$  неоднократно изучали [1] непосредственно в промышленном электролизере для разных марок медного порошка (рис. 1). Эта характеристика непосредственно связана с режимом электролиза для данной марки и может быть описана в виде тренда полиномом 2-й – 4-й степени. Численное описание в виде полиномов катодного перенапряжения  $\eta_\text{К}(t)$  и эффективного диаметра катода с осадком толщиной  $y(t)$  очень важно для получения зависимости  $U(t)$ .

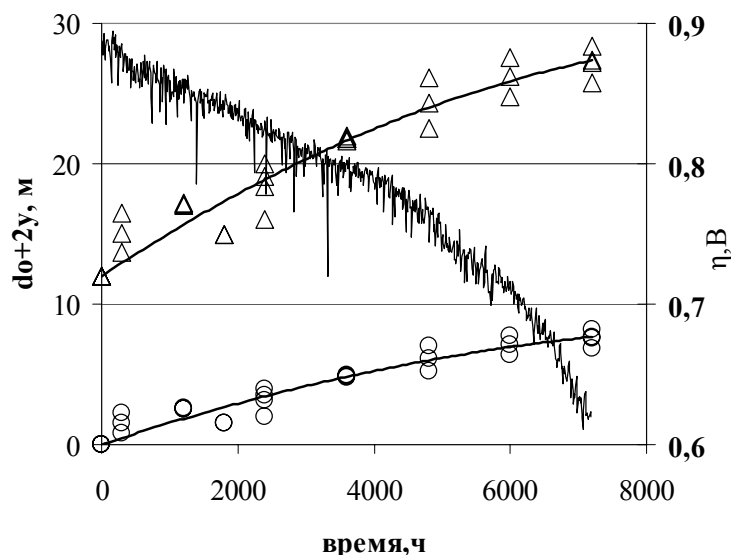


Рис. 1. Изменение во времени диаметра катодного стержня с осадком  $(d_0+2y) \cdot N$ , толщины дендритного слоя  $y$  и катодного перенапряжения  $\eta_K$  для кристаллизации порошка ПМС1

При расчете падения напряжения в электролите необходимо учитывать изменение эффективной плотности тока в растворе, изменяющейся по мере возрастания диаметра катода

со слоем осадка. Утолщение катода с осадком уменьшает межэлектродное расстояние, в то время как растворение анодов его увеличивает. Скорость утолщения катодного стержня с осадком легко оценить по рис. 1. Используя полученную по данным рис. 1 скорость утолщения диаметра катода со слоем дендритов, а также скорость истончения анодов, оцениваем изменение межэлектродного расстояния и плотности тока катодного процесса на фронте роста осадка.

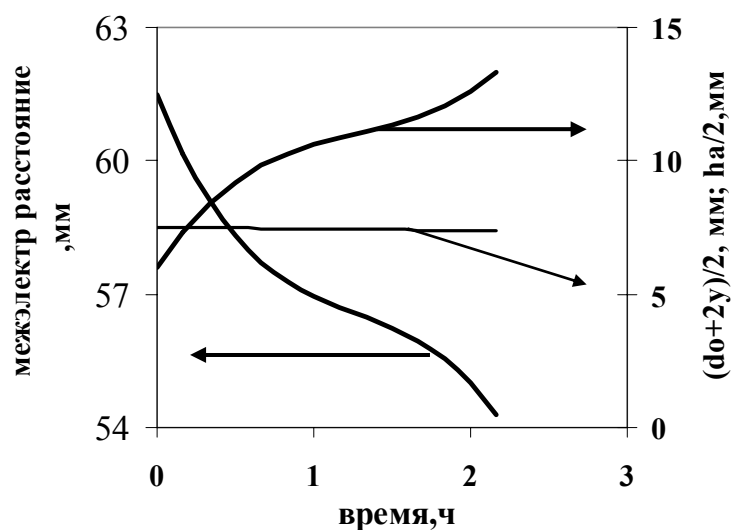


Рис. 2. Изменение размера  $(d_0+2y)/2$ , мм (1), половины толщины анода (2) и межэлектродного расстояния (3) при электролизе

По мере роста осадка площадь кристаллизации металла увеличивается, а катодное перенапряжение снижается (рис. 2). Это приводит к изменению структуры дендритного

осадка; вместо тонких дендритов образуются массивные глобулы, срастающиеся в плотную корку компактной меди, отправляемой затем во вторичную переплавку. Методом потенциостатической хроноамперометрии установлена область катодного перенапряжения [2], в которой кристаллизуются компактные глобулы. Измерение катодного перенапряжения на промышленной ванне довольно трудоемко; между тем напряжение на электролизере, без сомнения, связано с катодным перенапряжением – одной из его составляющих (рис. 3).

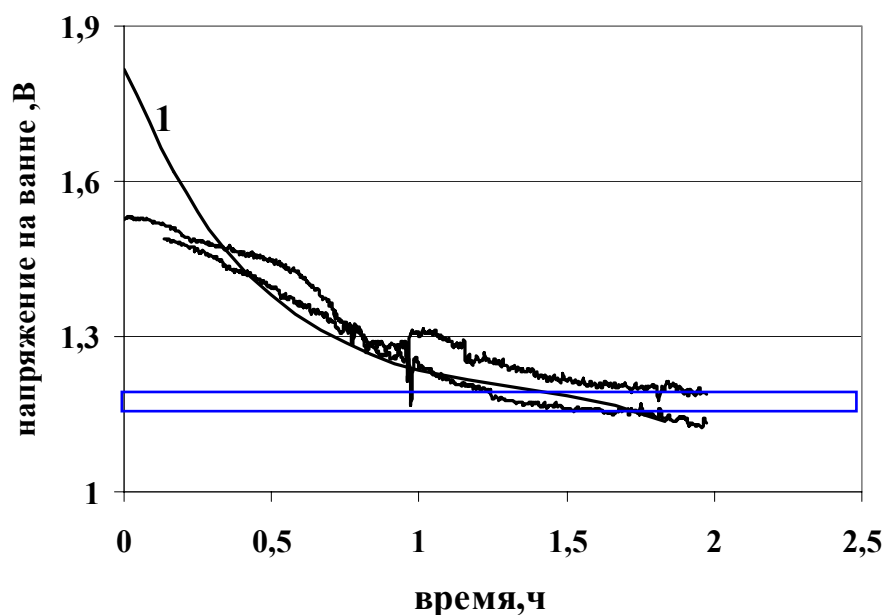


Рис. 3. Сопоставление рассчитанного напряжения (1) с измеренным напряжением на промышленном электролизере в течение двух периодов роста осадка между съемами его с катода (выделена область образования глобул)

Видно, что в последний период, когда напряжение оказывается в области от 1,1 до 1,3 В, расчетные и опытные данные близки друг к другу. Таким образом, напряжение на промышленном электролизере может служить индикатором, указывающим на наступление периода, опасного сменой режима кристаллизации дендритного осадка. Так, переход к очистке осадка с катода через 1,5–1,7 часа электролиза позволит снизить выход сrostков и глобул, отправляемых в переплавку, иначе говоря, осуществить на практике ресурсо- и энергосбережение.

#### *Библиографический список*

1. Мурашова И.Б., Соколовская Е.Е., Лебедь А.Б. и др. // Цветные металлы. 2007. № 10. С. 46-51.
2. Соколовская Е.Е., Мурашова И.Б., Лебедь А.Б. и др. // Цветные металлы. 2010. № 3. С. 42-49.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СХЕМЫ РАЗДЕЛЕНИЯ АНТРАЦЕНОВОЙ ФРАКЦИИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ**

*Солодовникова Е.С., Павлович О.Н.  
УрФУ, e\_solodovnikova@mail.ru*

Антраценовая фракция, получаемая при переработке каменноугольной смолы, является сложной смесью высококипящих, преимущественно ароматических, соединений, основными из которых являются антрацен (содержание – 5 %), фенантрен (20 %) и карбазол (6 %). Компоненты антраценовой фракции каменноугольной смолы являются ценным химическим сырьем и могут найти широкое применение в различных областях. Однако использование их осложняется высокими ценами на сами углеводороды, что вызвано небольшими мас-